

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-74083

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51) IntCl⁶

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

33/10

33/10

33/14

33/14

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-236326

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月1日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 小林 英和

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 木口 浩史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

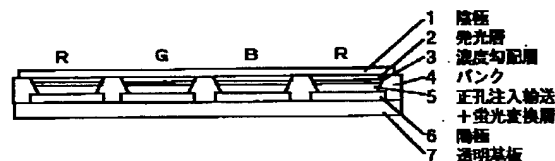
(54) 【発明の名称】 電界発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 蛍光変換物質を用いる電界発光素子において、明るい製造しやすいカラー電界発光素子及びその製造方法を電界発光素子を提供する。

【解決手段】 発光層中に蛍光変換物質を濃度勾配を持たせてドーピングする。またその方法としてインクジェット法を組み合わせた。

【効果】 発光効率が向上した。またインクジェット法を用いることにより、カラー化する際の有機層のパターニングが極めて簡単になり、ローコスト化できた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子において、前記発光層が蛍光性の第1の化合物から成り、前記発光層と陽極の間に正孔注入輸送層を配置し、かつ前記正孔注入輸送層が、前記第1の化合物の発する蛍光を吸収して前記蛍光よりも長波長の蛍光を発する第2の化合物と電荷注入輸送能を有する化合物の混合物からなることを特徴とする電界発光素子。

【請求項2】前記発光層と前記正孔注入輸送層との間において、前記第2の化合物の濃度が勾配を持つことを特徴とする請求項1記載の電界発光素子。

【請求項3】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子において、前記発光層が、蛍光性の第1の化合物および前記第1の化合物の発する蛍光を吸収して前記蛍光よりも長波長の蛍光を発する第2の化合物の混合物から成り、しかも前記発光層中の第1の化合物に対する第2の化合物の濃度が前記発光層の厚み方向で勾配を有することを特徴とする電界発光素子。

【請求項4】前記第1の化合物と前記第2の化合物の比率が99.9:0.1から90:10であることを特徴とする請求項3記載の電界発光素子。

【請求項5】前記発光層と電極の間に電荷注入輸送層を形成したことを特徴とする請求項3記載の電界発光素子。

【請求項6】前記第1または第2の化合物が有機化合物、または有機金属化合物であることを特徴とする請求項1または3記載の電界発光素子。

【請求項7】前記電界発光素子の表面にノングレア処理そして/または減反射処理を施したことを特徴とする請求項1または3記載の電界発光素子。

【請求項8】前記電界発光素子の構成に加えて、陽極、電荷注入輸送層、発光層、陰極を外気から遮断する手段を有することを特徴とする請求項1または3記載の電界発光素子。

【請求項9】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、次に前記陽極または陽極群上に前記第2の化合物と正孔注入輸送能を有する化合物の混合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出することにより正孔注入輸送層を形成し、さらに前記第1の化合物を、第2の化合物との相溶性を制御した溶媒を用いて全面に製膜することにより、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項10】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記第1の化合物を全面に製膜し、次に前記陽極または陽極群上に前記第2の化合物

を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出し、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項11】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記陽極または陽極群上に第2の化合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出し、さらにその上全面に前記第1の化合物を、第2の化合物との相溶性を制御した溶媒を用いて製膜することにより、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項12】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記陽極または陽極群上に前記第1の化合物と前記第2の化合物を混合して、適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出して前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項13】発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記陽極または陽極群上に前記第1の化合物を混合して、適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出して前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項14】発光層を対向する電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、画素間にバンクを形成することを特徴とする請求項9、10、11または12記載の電界発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばラップトップコンピュータ、テレビジョン、移動通信用のディスプレイ等に利用できる発光薄膜を用いた電界発光素子の構造およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】有機化合物の電界発光を利用した発光素子は、自己発光のため視認性が高く、かつ完全固体素子であるため耐衝撃性に優れる、また低駆動電圧などの特徴を有することから、各種表示装置における発光素子としての利用が注目されている。

【0003】ディスプレイ素子として、上記有機EL素子の用途を広げるためには、ブラウン管(CRT)や液晶表示装置(LCD)の例でみられるように、多色化が必要なことは明白である。

【0004】従来、EL素子を用いて多色表示装置を作製する方法としては、例えば(1)赤(R)、緑(G)、青(B)の三原色で発光するEL材料をマトリックス状に配置する方法(特開昭57-157487号公報、特開昭58-147989号公報、特開平3-214593号公報など)、(2)白色で発光するEL素子とカラーフィルターを組み合わせてRGBの三原色を取り出す方法(特開平1-315988号公報、特開平2-273496号公報、特開平3-194895号公報など)、(3)青色で発光するEL素子と蛍光変換膜とを組み合わせてRGBの三原色に変換する方法(特開平3-152897号公報)などが知られている。

【0005】しかしながら、上記(1)の方法は、三種の発光材料を高精細にマトリックス状に配置しなければならないために、技術的に困難で、安価に製造することができない上、三種の発光材料の寿命が一般に異なることが多いために、時間とともに色度がずれてしまうなどの欠点を有している。また、(2)の方法は、白色で発光するEL素子の出力光の一部分をカラーフィルターで取り出して利用するものであるから、EL光の利用効率、すなわち変換効率が低いという欠点がある。例えば、白色EL光が単純に強度の等しいRGB三原色からなっていて、これから赤色をカラーフィルターを用いて取り出すものとする、最高で33%の変換効率しか得られない。実際には、発光スペクトルや視感度などを考慮すると、これよりもかなり低い変換効率しか得られない。これらに対し、(3)の方法においては、RGBの三原色がそれぞれ33%以上の変換効率で得られれば、上記(2)の方法よりも優れた方法となる。

【0006】ところで、EL素子に蛍光変換膜を積層方向に配置して、EL発光色の色調を多様に変化させる方法は公知である(特公昭63-18319号公報、特開平3-152897号公報)。RGBのうち青は有機EL素子自体が出しているのをそれを利用すればよい。この場合、強い変換効率を記述すれば100%となる。また、緑に関しては、特開平3-152897号公報に開示されているように、クマリン153を用いて80%の変換効率で得られている。また、EL素子の青色光を33%以上の変換効率で赤色に変換する方法は特開平8-286033号公報に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】さて、このようにフルカラー表示を行う方法については蛍光変換法が優れているが、実際の製造方法となると、蛍光変換膜の製造については従来のカラー液晶表示装置に用いるカラーフィルターと同様のプロセスが必要となり、コストが非常に高くなる課題を有していた。

【0008】本発明は、このような従来技術がもつ欠点を克服し、青色発光有機EL素子の発光色を33%以上の高い変換効率で他の色に変換できる電界発光素子を提

供すると共に、インクジェット法を用いて安価にカラー電界発光素子を製造できる製造方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の電界発光素子は、次に発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子において、前記発光層が蛍光性の第1の化合物から成り、前記発光層と陽極の間に正孔注入輸送層を形成し、かつ前記正孔注入輸送層として前記第1の化合物の発する蛍光を吸収して前記蛍光よりも長波長の蛍光を発する第2の化合物と電荷注入輸送能を有する化合物の混合物を用いたことを特徴とする。これによれば第2の化合物層が出射光側に配置されるため、第1の化合物により形成される発光層からの発光は全て第2の化合物層に入射して第2の化合物に吸収されて、波長変換されてから出射するため、色純度が高まる。この時、前記発光層と前記正孔注入輸送層との間において、前記第2の化合物の濃度が勾配を持つように構成すれば、正孔の移動が容易になり、発光効率が向上する。

【0010】また本発明の電界発光素子は、発光層を対向する電極または電極群で挟持した表示素子において、前記発光層が、蛍光性の第1の化合物および前記第1の化合物の発する蛍光を吸収して前記蛍光よりも長波長の蛍光を発する第2の化合物の混合物から成り、しかも前記発光層中の第1の化合物に対する第2の化合物の濃度が前記発光層の厚み方向で勾配を有することを特徴とし、さらに前記第1の化合物と前記第2の化合物の比率が99.9:0.1から90:10であることを特徴とする。この構成により、電極から注入された電荷が効率よく発光層に到達し、そのため主に第1の化合物から成る発光層は第1の化合物の蛍光を発し、次にこの蛍光を直接的に、または陰極により反射された蛍光を間接的に、第2の化合物が効率よく吸収して、第2の化合物がその蛍光を発するのである。この時第1の化合物と第2の化合物の間に明確な界面が存在しないため、光を介するエネルギー移動の他に、直接的なエネルギー移動も同時に生じ、変換効率が向上する。

【0011】また前記電界発光素子において、前記発光層と電極の間に電荷注入輸送層を形成したことを特徴とする。この構成により、前記構成において、さらに電荷注入が効率的に生じ、その結果発光効率も向上する。

【0012】以上の電界発光素子に用いる第1または第2の化合物が有機化合物、または有機金属化合物であることを特徴とする。これにより、駆動電圧を飛躍的に低減できる。

【0013】以上の電界発光素子の表面にノングレア処理そして/または減反射処理を施したことを特徴とする。これにより、電界発光素子の表示面の反射光を低減または散乱することができるために、表示が見安くなる。

5

【0014】次に発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、次に前記陽極または陽極群上に前記第2の化合物と正孔注入輸送能を有する化合物の混合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出することにより正孔注入輸送層を形成し、さらに前記第1の化合物を、第2の化合物との相溶性を制御した溶媒を用いて全面に製膜することにより、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする。この方法によれば、正孔注入輸送層をパターンニングできるため、正孔注入物質として導電性の高い正孔注入性の良好な物質を用いても陽極間の短絡を回避することができる。また同時に蛍光変換物質もパターンニングできるため、簡単な工程で最良の材料を用いて、フルカラー高効率電界発光素子を製造できる。

【0015】次に発光層を対向する2枚の電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記第1の化合物を全面に製膜し、次に前記陽極または陽極群上に前記第2の化合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出し、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陽極群を形成することを特徴とする。または、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記陽極または陽極群上に第2の化合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出し、さらに前記第1の化合物を、第2の化合物との相溶性を制御した溶媒を用いて製膜することにより、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成することを特徴とする。これらの製造方法により、隣り合う画素毎に発光色を変えることが容易にできるようになり、製造コストを低減することができる。また第1の化合物をインクジェットヘッドで吐出する場合、第2の化合物との相溶性を制御することで厚み方向での濃度勾配を制御できる。これにより広範な第1の化合物および第2の化合物の特性に合わせた電界発光素子を製造できる。

【0016】次に発光層を対向する2枚の電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記陽極または陽極群上に前記第1の化合物と前記第2の化合物を混合して、適宜溶液としてインクジェットヘッドにより、電極または電荷注入輸送層上に吐出し、前記発光層を形成し、さらに陰極または陰極群を形成することを特徴とする。この方法によれば、極めて簡単な工程により、極めて安価にフルカラー電界発光素子を製造することができる。

6

【0017】次に発光層を対向する2枚の電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入輸送層を形成してもよく、次に前記陽極または陽極群上に前記第1の化合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより、電極または電荷注入輸送層上に吐出し、前記発光層を形成し、さらに陰極または陰極群を形成することを特徴とする。この方法によれば、極めて簡単な工程により、極めて安価にフルカラー電界発光素子を製造することができる。

【0018】以上説明した課題を解決する手段における電界発光素子において、前記画素を分割するために、画素間にバンクを形成したことを特徴とする。これにより、インクジェット法による製膜時において、隣り合う画素間での相互汚染を防止でき、また素子製造後においては隣り合う画素間での有機分子の拡散を防止することができる。これにより、電荷注入輸送層や発光層による電極間の漏電を防ぐことができ、また、画素間において発光色の交じり合いが無くなり、鮮やかな発光を実現できる。

【0019】

【発明の実施の形態】

(実施例1) 本実施例では、発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、次にこの陽極または陽極群上の画素群上に第2の化合物と正孔注入輸送能を有する化合物の混合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出することにより正孔注入層を形成し、さらに第1の化合物を、第2の化合物との相溶性を制御した溶媒を用いて全面に製膜することにより、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成する例を示す。図1に本実施例の電界発光素子の簡単な断面図を示す。

【0020】まず清浄なガラス基板に透明電極としてITOをEB蒸着し、次にこの電極をパターンニングし、さらに図1に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に正孔注入物質と第2の化合物の混合溶液をインクジェットヘッドで吐出して乾燥し、膜厚50nmとした。こうして作成した正孔注入層兼波長変換層上に発光層の第1の化合物を溶液状態にてロールコーターにて印刷し、乾燥した後50nmの膜厚とした。

【0021】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をマスク越しにEB蒸着し、さらに脱気したエポキシ樹脂で不活性ガス中でモールドした。その他の熱硬化性樹脂や紫外線硬化樹脂、ポリシラザンを含むシリコン樹脂など、空気や湿気を遮断でき、かつ有機膜を侵さない樹脂であれば同様に用いることができる。

(5)

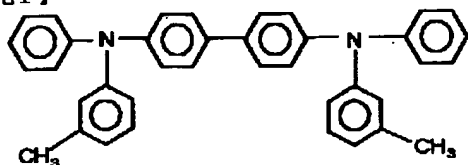
特開平11-74083

7

【0022】正孔注入物質としてはTPD

【0023】

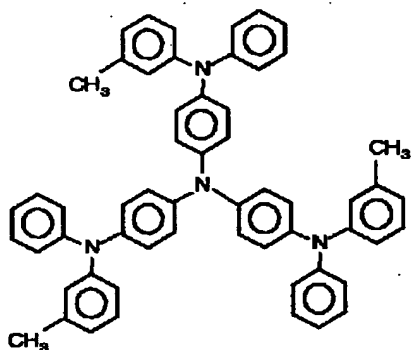
【化1】



【0024】を用いたが、m-MTDATA

【0025】

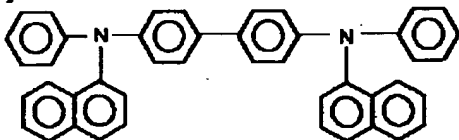
【化2】



【0026】銅フタロシアニン等のポルフィン化合物、NPD

【0027】

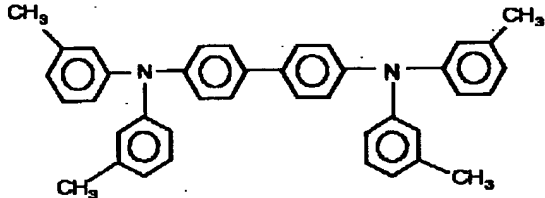
【化3】



【0028】TAD

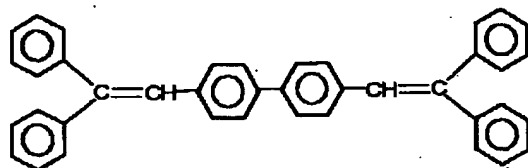
【0029】

【化4】



40

*



【0037】を用いたが、1, 1, 4, 4-テトラフェニルブタジエン、オキサジアゾール誘導体、アゾメチン※50

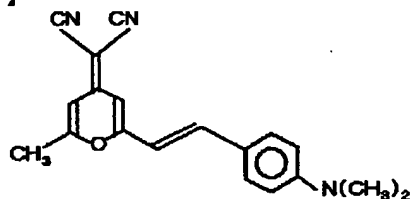
※亜鉛錯体、BA1q 【0038】

8

*【0030】、ポリビニルカルバゾール及びこれらの化合物の誘導体など、正孔注入能を有するものであれば同様に用いることができるし、これらの化合物の積層構造としてもよい。第2の化合物として赤の波長変換物質にはペリレン、緑への波長変換物質としてクマリン6を用いたが、DCM1

【0031】

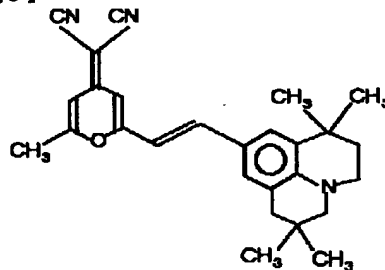
【化5】



【0032】、キナクリドン誘導体、ルブレン、DCJT

【0033】

【化6】



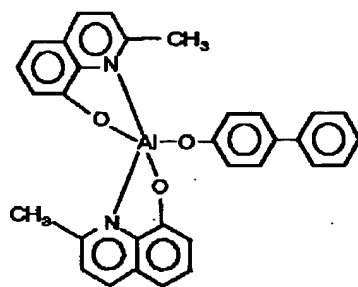
【0034】、ナイルレッドなどを第2の化合物として用いることができる。

30 【0035】第1の化合物としてはDPVB i

【0036】

【化7】

【化8】



【0039】、ポリビニルカルバゾール及びこれらの化合物の誘導体など、同様の効果を有する化合物であれば用いることができる。

【0040】発光層の形成方法はここに示した方法のほか、スクリーン印刷法、スピンコート法など溶液状態で製膜する方法等、発光層中に第2の化合物が拡散する方法を用いることができる。

【0041】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0042】陰極の形成においては、Mg:Agの他に、仕事関数の小さな材料を用いることができ、マグネシウム、アルミニウム、リチウム、カルシウムなどのアルカリ族やアルカリ土類金属等、およびこれらの金属を用いた合金を用いることができる。

【0043】(実施例2) 本実施例では、実施例1の構成において発光層と正孔注入輸送層との間において第2の化合物の濃度勾配が無い例を示す。

【0044】図2に本実施例の電界発光素子の簡単な断面図を示す。

【0045】まず清浄なガラス基板に透明電極としてITOをEB蒸着し、次にこの電極をパターニングし、さらに図2に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に正孔注入物質と第2の化合物の混合溶液をインクジェットヘッドで吐出して乾燥し、膜厚50nmとした。こうして作成した正孔注入層兼波長変換層上に発光層の第1の化合物を真空蒸着法により50nmの膜厚になるように蒸着した。

【0046】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をEB蒸着し、さらにエポキシ樹脂でモールドした。

【0047】(実施例3) 本実施例では、前記発光層が、蛍光性の第1の化合物および前記第1の化合物の発する蛍光を吸収して前記蛍光よりも長波長の蛍光を発する第2の化合物の混合物から成り、しかも前記発光層中の第1の化合物に対する第2の化合物の濃度が前記発光層の厚み方向で勾配を有する電界発光素子の例を示す。

【0048】図3は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。

【0049】まず清浄なガラス基板に透明電極としてI*50

*TOをEB蒸着し、次にこの電極をパターニングし、さらに図3に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に第2の化合物を溶液状態でインクジェット法にてバンク内に製膜し、乾燥した。次に第1の化合物を、第2の化合物と相溶性の有る溶媒を用いて溶液状態でインクジェットヘッドで吐出して乾燥し、膜厚50nmとした。

【0050】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をEB蒸着し、さらに脱気したエポキシ樹脂で不活性ガス中でモールドした。

【0051】第1の化合物と第2の化合物の混合比(等しい濃度では膜厚に比例)は99.9:0.1から90:10の間が望ましい。この範囲から外れると発光効率が著しく低下する。

【0052】第2の化合物として赤の波長変換物質にはベリレン、緑への波長変換物質としてクマリン6を用いたが、DCM1、キナクリドン、ルブレン、DCJT、ナイルレッド及びこれらの化合物の誘導体などを第2の化合物として用いることができる。第1の化合物としてはポリビニルカルバゾールを用いたが、DPVBi、1,1,4,4-テトラフェニルブタジエン、オキサジアゾール、アゾメチン亜鉛錯体、BA1q及びこれらの化合物の誘導体など、同様の効果を有する化合物であれば用いることができる。

【0053】第1の化合物は、インクジェット法による製膜のほか、印刷法を用いることもできる。

【0054】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0055】陰極の形成においては、Mg:Agの他に、仕事関数の小さな材料を用いることができ、マグネシウム、アルミニウム、リチウム、カルシウムなどのアルカリ族やアルカリ土類金属等、およびこれらの金属を含む合金を用いることができる。

【0056】(実施例4) 本実施例では、実施例3において正孔注入輸送層を形成した例を示した。図4は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。

【0057】まず清浄なガラス基板に透明電極としてITOをEB蒸着し、次にこの電極をパターニングし、さ

らに図4に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に正孔注入輸送層としてNPDを50nmの膜厚に蒸着した。その後実施例3と同様の方法により第2の化合物および第1の化合物を製膜した。

【0058】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をEB蒸着し、さらにエポキシ樹脂でモールドした。

【0059】(実施例5)本実施例では、発光層を電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入層を形成してもよく、次に前記第1の化合物を全面に製膜し、次に前記陽極または陽極群上に前記第2の化合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出し、第1の化合物層に第2の化合物を含浸させて前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成する例を示す。

【0060】図5は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。

【0061】まず清浄なガラス基板上に透明電極としてITOをEB蒸着し、次にこの電極をパターニングし、さらに図5に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に正孔注入輸送層として銅フタロシアニンとエポキシプロピルトリエトキシシランを1:1で混合したものを塗布して200℃で焼成し、厚み50nmとし、次に発光層として第1の化合物を溶液状態で印刷して乾燥し、膜厚40nmとした。次に第2の化合物を溶液状態でインクジェット法にてバンク内に製膜し、乾燥した。

【0062】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をEB蒸着し、さらに脱気したエポキシ樹脂で不活性ガス中でモールドした。

【0063】第1の化合物と第2の化合物の混合比(等しい濃度では膜厚に比例)は99.9:0.1から90:10の間が望ましい。この範囲から外れると発光効率が著しく低下する。

【0064】第2の化合物として赤の波長変換物質にはベリレン、緑への波長変換物質としてクマリン6を用いたが、DCM1、キナクリドン、ルブレン、DCJT、ナイルレッド及びこれらの化合物の誘導体などを第2の化合物として用いることができる。

【0065】第1の化合物としてはポリビニルカルバゾールを用いたが、DPVBi、1,1,4,4-テトラフェニルブタジエン、オキサジアゾール、アゾメチン亜鉛錯体、BA1q及びこれらの化合物の誘導体など、同様の効果を有する化合物であれば用いることができる。

【0066】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を発

揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0067】陰極の形成においては、Mg:Agの他に、仕事関数の小さな材料を用いることができ、マグネシウム、アルミニウム、リチウム、カルシウムなどのアルカリ族やアルカリ土類金属等、およびこれらの金属を含む合金を用いることができる。

【0068】(実施例6)本実施例では、発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入層を形成してもよく、次にこの陽極または陽極群上に前記第1の化合物と前記第2の化合物を混合して、適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出して前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成する例を示した。

【0069】図6は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。

【0070】まず清浄なガラス基板上に透明電極としてITOをEB蒸着し、次にこの電極をパターニングし、さらに図6に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に正孔注入輸送層として銅フタロシアニンとエポキシプロピルトリエトキシシランを1:1で混合したものを塗布して200℃で焼成し、厚み50nmとし、次に発光層として第1の化合物を溶液状態で印刷して乾燥し、膜厚40nmとした。次に第1の化合物と第2の化合物の99:1混合物を溶液状態でインクジェット法にてバンク内に製膜し、乾燥した。

【0071】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をEB蒸着し、さらに脱気したエポキシ樹脂で不活性ガス中でモールドした。

【0072】第1の化合物と第2の化合物の混合比(等しい濃度では膜厚に比例)は99.9:0.1から90:10の間が望ましい。この範囲から外れると発光効率が著しく低下する。

【0073】第2の化合物として赤の波長変換物質にはベリレン、緑への波長変換物質としてクマリン6を用いたが、DCM1、キナクリドン、ルブレン、DCJT、ナイルレッドおよびこれらの化合物の誘導体などを第2の化合物として用いることができる。

【0074】第1の化合物としてはポリビニルカルバゾールを用いたが、DPVBi、1,1,4,4-テトラフェニルブタジエン、オキサジアゾール、アゾメチン亜鉛錯体、BA1q及びこれらの化合物の誘導体など、同様の効果を有する化合物であれば用いることができる。

【0075】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0076】陰極の形成においては、Mg:Agの他に、仕事関数の小さな材料を用いることができ、マグネ

シウム、アルミニウム、リチウム、カルシウムなどのアルカリ族やアルカリ土類金属等、およびこれらの金属を含む合金を用いることができる。

【0077】(実施例7) 本実施例では、透明基板、透明な陽極または陽極群、第2の化合物と正孔注入輸送能を有する化合物からなる正孔注入輸送層、第1の化合物からなる発光層、さらに陰極または陰極群からなり、かつ正孔注入輸送層と発光層の間で、第2の化合物が濃度勾配を有する電界発光素子の例を示す。

【0078】図1に本実施例の電界発光素子の簡単な断面図を示す。本実施例の電界発光素子の製造方法は実施例1に示した。

【0079】こうして作製した電界発光素子は、第2の化合物の蛍光に対応した発光色を有し、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で発光効率は1.21 m/W、最高輝度13,000 cd/m²であり、以下に示す蒸着法による場合と同等の効率となった。

【0080】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0081】本実施例において、発光層と陰極の間に電子注入輸送層を形成してもよく、アルミニウムキノリウム錯体などの金属有機錯体、オキサジアゾール錯体などを用いることができる。

【0082】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0083】(実施例8) 本実施例では、実施例7の構成において発光層と正孔注入輸送層との間において第2の化合物の濃度勾配が無い電界発光素子の例を示す。

【0084】図2に本実施例の電界発光素子の簡単な断面図を示す。本実施例の電界発光素子の製造方法は実施例2に示した。

【0085】こうして作製した電界発光素子は、第2の化合物の蛍光に対応した発光色を有し、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で発光効率は1.21 m/W、最高輝度13,000 cd/m²であり、実施例1に示した発光層を印刷法で形成する場合とほぼ同等の明るさとなった。

【0086】本実施例において、発光層と陰極の間に電子注入輸送層を形成してもよく、アルミニウムキノリウム錯体などの金属有機錯体、オキサジアゾール錯体などを用いることができる。

【0087】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0088】(実施例9) 本実施例では、透明基板、透明電極または電極群、発光層、陰極または陰極群からなる電界発光素子で、前記発光層が、第1の化合物および第2の化合物の混合物から成り、しかも前記発光層中の

第1の化合物に対する第2の化合物の濃度が前記発光層の厚み方向で勾配を有する電界発光素子の例を示す。

【0089】図3は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。本実施例の電界発光素子の製造方法は実施例3に示した。

【0090】こうして作製した電界発光素子は、第2の化合物の蛍光に対応した発光色を有し、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で発光効率は0.11 m/W、最高輝度150 cd/m²であった。

【0091】本実施例において、発光層と陰極の間に電子注入輸送層を形成してもよく、アルミニウムキノリウム錯体などの金属有機錯体、オキサジアゾール錯体などを用いることができる。

【0092】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0093】(実施例10) 本実施例では、実施例9において正孔注入輸送層を形成した例を示した。

【0094】図4は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。実施例4に製造方法を示した。

【0095】こうして作製した電界発光素子は、第2の化合物の蛍光に対応した発光色を有し、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で発光効率は0.41 m/W、最高輝度300 cd/m²であった。

【0096】本実施例において、発光層と陰極の間に電子注入輸送層を形成してもよく、アルミニウムキノリウム錯体などの金属有機錯体、オキサジアゾール錯体などを用いることができる。

【0097】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0098】(実施例11) 本実施例では、透明基板、透明な陽極または陽極群、(正孔注入輸送層)、第1の化合物層、第2の化合物層、さらに陰極または陰極群からなり、かつ第1の化合物層および第2の化合物層の間に第2の化合物の濃度勾配を有する電界発光素子の例を示した。

【0099】図5は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。実施例5に製造方法を示した。

【0100】こうして作製した電界発光素子は、第2の化合物の蛍光に対応した発光色を有し、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で発光効率は0.21 m/W、最高輝度200 cd/m²であった。

【0101】本実施例において、発光層と陰極の間に電子注入輸送層を形成してもよく、アルミニウムキノリウム錯体などの金属有機錯体、オキサジアゾール錯体などを用いることができる。

【0102】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

15

【0103】(実施例12)本実施例では、透明基板、透明な陽極または陽極群、(正孔注入輸送層)、第1の化合物と前記第2の化合物の混合層、さらに陰極または陰極群からなる電界発光素子の例を示した。

【0104】図6は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。実施例6に本実施例の電界発光素子の製造方法を示した。

【0105】こうして作製した電界発光素子は、第2の化合物の蛍光に対応した発光色を有し、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で発光効率は0.08lm/W、最高輝度150cd/m²であった。

【0106】本実施例において、発光層と陰極の間に電子注入輸送層を形成してもよく、アルミニウムキノリウム錯体などの金属有機錯体、オキサジアゾール錯体などを用いることができる。

【0107】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0108】(実施例13)本実施例では、発光層を対向する電極または電極群で挟持した電界発光素子の製造方法において、透明基板上に透明な陽極または陽極群を形成し、さらに正孔注入層を形成してもよく、次にこの陽極または陽極群上に第1の化合物を適宜溶液としてインクジェットヘッドにより吐出して前記発光層を形成し、その上に陰極または陰極群を形成する例を示した。

【0109】図7は本実施例の構成を示す簡単な断面図である。

【0110】まず清浄なガラス基板に透明電極としてITOをEB蒸着し、次にこの電極をパターニングし、さらに図7に示すように感光性ポリイミドを用いてバンクを形成した。次にこの基板の表面を波長174nmの紫外線で処理した後、この電極表面に正孔注入輸送層として銅フタロシアニンとエポキシプロピルトリエトキシシランを1:1で混合したものを塗布して200℃で焼成し、厚み50nmとし、次に発光層として第1の化合物を溶液状態で印刷して乾燥し、膜厚40nmとした。次に第1の化合物を溶液状態でインクジェット法にてバンク内に製膜し、乾燥した。

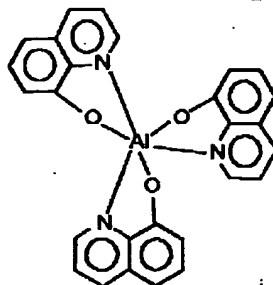
【0111】次に陰極としてMg:Ag(10:1)合金をマスク越しにEB蒸着し、さらに脱気したエポキシ樹脂で不活性ガス中でモールドした。

【0112】第1の化合物としては青色発光画素にはポリビニルカルバゾールを用いたが、DPVBi、1,1,4,4-テトラフェニルブタジエン、オキサジアゾール、アゾメチン亜鉛錯体、BA1q及びこれらの化合物の誘導体などを用いることができる。また緑色発光画素には、Alq3

【0113】

【化9】

16



【0114】や、青〜緑色発光物質にクマリン6などのドーバントを混合したものを用いることができる。また赤色発光画素には、ポリ(2-メトキシ-5-(2'-エチルヘキシロキシ)-1,4-フェニレンビニレン)や、青〜緑色発光物質にDCM1やナイルレッドなどのドーバントを混合したものを用いることができる。

【0115】陽極の形成にあたっては、TFT素子のようなアクティブ素子を形成しておいても同様の効果を發揮できる上に大容量表示することが可能となる。

【0116】陰極の形成においては、Mg:Agの他に、仕事関数の小さな材料を用いることができ、マグネシウム、アルミニウム、リチウム、カルシウムなどのアルカリ族やアルカリ土類金属等、及びこれらの金属を含む合金を用いることができる。

【0117】(実施例14)本実施例では、実施例1から実施例13で作成した電界発光素子において電界発光素子の表面にノングレア処理そして/または減反射処理を施した例を示す。

【0118】実施例に示した電界発光素子の透明基板上に日東電工(株)製ノングレアシートAG20を貼り付けたところ、映り込みがほかされて視認性が向上した。またこのノングレアシートに減反射コートをして同様に用いたところ、映り込みがほとんど気にならなくなりさらに視認性が向上した。

【0119】ノングレアシートとしては同様の効果を有するものであれば同様に用いることができる。また減反射コートとしては屈折率の異なる層の多層コーティングや、低屈折率物質、例えばサイトップ(旭硝子社製)など非化物高分子のコーティング等を用いることができる。

【0120】(実施例15)本実施例では本発明の電界発光素子を単純マトリクス駆動する実施例を示す。図8に電界発光素子と駆動回路の簡単な接続図を示した。電界発光素子を製造する際に、陽極及び陰極を短冊状の陽極群(100本)および陰極群(320本)とし、図8に示したように接続した。陽極及び陰極に印加する駆動波形は図9に示した。この駆動波形において、選択した画素には発光するに十分な電圧Vsで、かつ表示する階調に合わせたパルス幅の波形を印加している。選択しない画素には発光しきい電圧以下の電圧Vnが印加される。図9においてTfは1走査時間を示す。ここでは1

17

／100デューティで駆動した。実施例7の電界発光素子を用いたところ、第2の化合物としてクマリン6を用いた場合で駆動電圧20Vで100cd/m²の明るさであった。

【0121】

【発明の効果】以上本発明によれば、発光層と蛍光変換物質を組み合わせた電界発光素子において、非常に簡単な構成により、明るくコントラストの高い電界発光素子を実現できる。また非常に簡単なプロセスにより、安価に高性能な電界発光素子を製造できるようになった。このため低価格の携帯型端末、車載用等のディスプレイに適用できる。

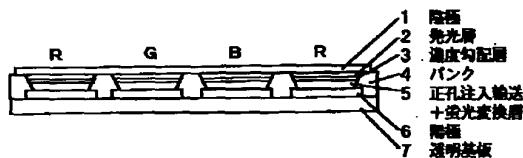
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1および実施例7における電界発光素子の簡単な断面図。

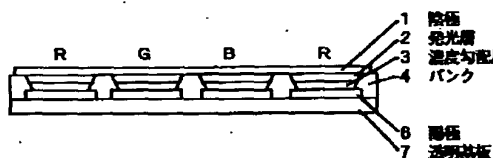
【図2】本発明の実施例2および実施例8における電界発光素子の簡単な断面図。

【図3】本発明の実施例3および実施例9における電界発光素子の簡単な断面図。

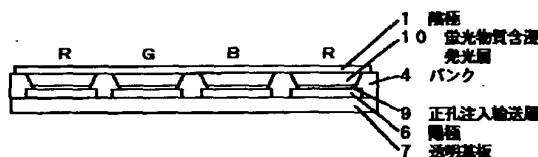
【図1】



【図3】



【図5】



18

【図4】本発明の実施例4および実施例10における電界発光素子の簡単な断面図。

【図5】本発明の実施例5および実施例11における電界発光素子の簡単な断面図。

【図6】本発明の実施例6および実施例12における電界発光素子の簡単な断面図。

【図7】本発明の実施例13における電界発光素子の簡単な断面図。

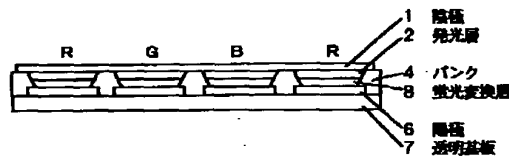
【図8】本発明の実施例15における電界発光素子の駆動回路周辺図。

【図9】本発明の実施例15における電界発光素子を駆動する際に用いる駆動波形図。

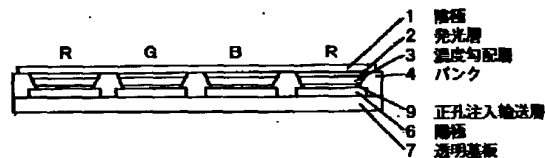
【符号の説明】

1…陰極、2…発光層、3…濃度勾配層、4…バンク、5…正孔注入輸送+蛍光変換層、6…陽極、7…透明基板、8…蛍光変換層、9…正孔注入輸送層、10…蛍光物質含浸発光層、11…蛍光物質混合発光層、12…電界発光素子、13…走査電極ドライバー、14…信号電極ドライバー、15…コントローラ。

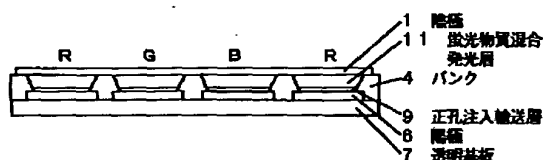
【図2】



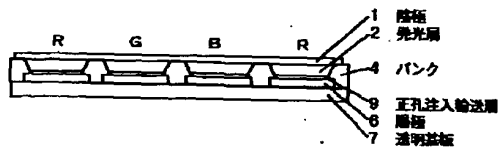
【図4】



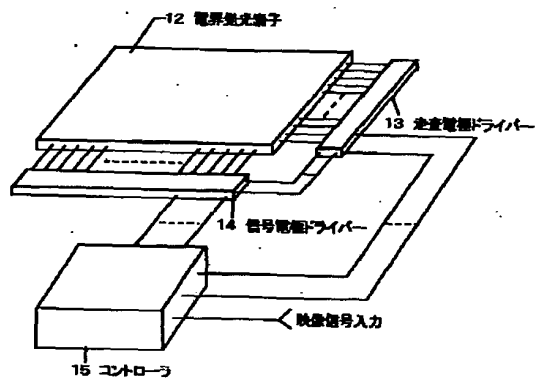
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

